

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 10 148.9

**Anmeldetag:** 7. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** era-contact GmbH, Bretten/DE

**Bezeichnung:** Lichtleiterkupplung

**IPC:** G 02 B, B 61 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Faust'.

Faust

PATENTANWÄLTE  
**SCHAUMBURG · THOENES · THURN**  
 EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

era-contact GmbH  
 Gewerbestraße 44  
 D - 75015 Bretten

KARL-HEINZ SCHAUMBURG, Dipl.-Ing.\*  
 DIETER THOENES, Dipl.-Phys., Dr. rer. nat.  
 GERHARD THURN, Dipl.-Ing., Dr.-Ing.  
 JÜRGEN LANDSKRON, Dipl.-Phys., Dr. rer. nat. \*\*  
 \* bis 6/2000  
 \*\* zugelassen beim DPMA

7. März 2003  
 E 9301 DE - LUrr

Lichtleiterkupplung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtleiterkupplung, insbesondere zum Übertragen von optischen Signalen zwischen miteinander gekuppelten Fahrzeugteilen, mit einem ersten und einem zweiten Kupplungsteil, die miteinander kuppelbar sind und in denen jeweils ein lichtleitendes Element gehalten ist, von denen mindestens eines derart elastisch vorgespannt ist, dass die lichtleitenden Elemente mit ihren Stirnflächen aneinander gedrückt werden, wenn die Kupplungsteile miteinander gekuppelt sind, um eine Lichtübertragung von einem lichtleitenden Element auf das andere zu gestatten.

Eine derartige Lichtleiterkupplung ist beispielsweise aus DE 28 54 962 C2 bekannt, in der eine Mittelpufferkupplung für Schienenfahrzeuge beschrieben ist. Zu der Mittelpufferkupplung gehört eine Kabelkupplung, die unter anderem dazu dient, Impulse für die Steuerung des Brems- und Fahrstromes in einem Zugverband von einem Wagen auf den anderen zu übertragen. Die Kabelkupplung

besteht aus zwei Kontaktträgern, von denen jeweils einer an jedem Wagen befestigt ist und in denen neben einer Vielzahl elektrischer Kontakte auch jeweils ein Lichtwellenleiter angeordnet ist. Von den Lichtwellenleitern ist einer derart elastisch vorgespannt, dass die beiden Lichtwellenleiter mit ihren Stirnflächen aneinander gedrückt werden, wenn die Kontaktträger beim Kuppeln der Wagen aufeinander zu bewegt werden. Über diese aneinandergedrückten Lichtwellenleiter können optische Signale von einem Wagen zum anderen übertragen werden.

Aus der DE 198 07 596 C2 ist eine Lichtwellenleitersteckverbindung der eingangs genannten Art bekannt, bei der nicht nur eines, sondern beide lichtleitende Elemente elastisch vorgespannt sind.

Wenn Lichtleiterkupplungen der eingangs genannten Art unter rauen Bedingungen verwendet werden, wie sie beispielsweise beim Übertragen von Signalen zwischen miteinander gekuppelten Fahrzeugteilen vorliegen, treten jedoch häufig Übertragungsfehler auf. Eine Ursache dafür liegt darin, dass die optischen Signale bei ihrer Übertragung von einem lichtleitenden Element auf das andere sowohl infolge eines Versatzes als auch infolge eines Verkippens der optischen Achsen der beiden lichtleitenden Elemente relativ zueinander stark gedämpft werden, was zu einer Verfälschung der optischen Signale führt. Eine derartige Verrückung und Verkippung der optischen Achsen der lichtleitenden Elemente lässt sich jedoch bei miteinander gekuppelten Fahrzeugteilen kaum vermeiden, da die beiden Kupplungsteile nicht starr miteinander verbunden sind und verhältnismässig stark mechanisch beansprucht werden. Weitere Ursachen für eine unzuverlässige Signalübertragung liegen in der Empfindlichkeit derartiger Lichtleiterkupplungen gegenüber Verschleiß und Verschmutzung, die im rauen Betrieb ebenfalls unvermeidlich sind.

Um diese Probleme zu umgehen, wurde in DE 29 22 937 C2 eine Kabelkupplung vorgeschlagen, in der die lichtleitenden Elemente nicht mit ihren Stirnflächen aneinander stoßen, sondern das Licht mit Hilfe von Linsensteckern durch die Luft von einem lichtleitenden Element auf das andere übertragen wird. Eine derartige Leitungskupplung ist jedoch relativ kompliziert und teuer und konnte nicht die Zuverlässigkeit bieten, die man sich von ihr versprochen hatte.

In Anbetracht der oben genannten Schwierigkeiten wurde in der DE 100 52 020 A1 vorgeschlagen, bei Anwendungen unter rauen Bedingungen auf eine herkömmliche optische Kupplung von Lichtleitern vollständig zu verzichten und stattdessen die in einem ersten Lichtwellenleiter geleiteten optischen Signale zunächst in elektrische Signale umzuwandeln, diese über eine herkömmliche Elektrokupplung zu übertragen, die übertragenen elektrischen Signale wiederum in optische Signale umzuwandeln und in einen zweiten Lichtwellenleiter einzuspeisen. Dabei verzichtet man allerdings auf die Vorteile einer Lichtleiterkupplung, nämlich die einer höheren Übertragungsbandbreite und einer geringeren Anfälligkeit gegenüber elektrischen Störfeldern, die insbesondere immer dann auftreten, wenn in unmittelbarer Nachbarschaft auch hohe Ströme übertragen werden, wie dies beispielsweise bei Kabelkupplungen für Schienenfahrzeuge oft der Fall ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lichtleiterkupplung anzugeben, die die einfach im Aufbau ist und eine störungsunempfindliche Signalübertragung gestattet.

Diese Aufgabe wird bei einer Lichtleiterkupplung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Stirnfläche des einen lichtleitenden Elementes sphärisch konkav und die Stirnfläche des anderen lichtleitenden Elementes mit gleichem Krümmungsradius sphärisch konvex ausgebildet ist.

Im gekuppelten Zustand liegt die konvexe Stirnfläche des einen Kupplungsteiles passgenau in der konkaven Stirnfläche des anderen Kupplungsteiles, und zwar ohne einen Luftspalt zwischen den Stirnflächen, der eine Dämpfung der optischen Signale zur Folge hätte.

Unter der aus der Vorspannung des einen oder beider lichtleitender Elemente resultierenden Andruckkraft wird die konvexe Stirnfläche in die Aushöhlung der konkaven Stirnfläche gedrückt, wodurch die beiden Kupplungsteile automatisch miteinander zentriert werden. Dadurch wird bei der erfindungsgemäßen Lichtleiterkupplung ein Versatz der optischen Achsen der lichtleitenden Elemente vermieden, der wie oben beschrieben bei herkömmlichen Lichtleiterkupplungen ebenfalls zu einer Dämpfung der optischen Signale führt.

Darüber hinaus gestatten die sphärischen Stirnflächen eine Verkipfung der optischen Achsen der lichtleitenden Elemente gegeneinander, ohne dass die Stirnflächen voneinander abgehoben werden. Bei einer derartigen Verkipfung gleitet nämlich die sphärisch konvexe Stirnfläche an der sphärisch konkaven Stirnfläche entlang wie ein Gelenkkopf in einer Gelenkpfanne, ohne dass sich ein Luftspalt zwischen den Stirnflächen ergibt. Darin besteht ein großer Vorteil gegenüber herkömmlichen Lichtleiterkupplungen mit ebenen Stirnflächen, zwischen denen sich bei einer Verkipfung der Kupplungsteile relativ zueinander unweigerlich ein Luftspalt bildet, der zu einer unzulässigen Dämpfung der übertragenen Signale führt.

Die Möglichkeit einer geringen Dämpfung bei Verkipfung der Kupplungsteile gegeneinander ist insbesondere von großer Bedeutung, wenn die Lichtleiterkupplung zum Übertragen von optischen Signalen zwischen miteinander gekuppelten Fahrzeugteilen, beispielsweise Schienenfahrzeugen, verwendet wird. Obwohl bei herkömmlichen Leitungskupplungen für Schienenfahrzeuge versucht wird, die Kupplungsteile von Signalkupplungen und Elektrokupplungen

linear zu führen, d.h. ein Verkippen der Kupplungsteile gegeneinander zu verhindern, gelingt dies in der Praxis infolge der hohen mechanischen Belastungen nicht zuverlässig, was dann zu einer übermäßigen Dämpfung der übertragenen optischen Signale führt. Bei der erfindungsgemäßen Lichtleiterkupplung kann auf eine Linearführung im Prinzip völlig verzichtet werden, weil selbst relativ große Verkippen der Kupplungsteile gegeneinander zu einer tolerierbaren Dämpfung des Signals führen. Die erfindungsgemäße Lichtleiterkupplung ist also zu einem gewissen Grade "knickbar".

Vorzugsweise bestehen die lichtleitenden Elemente jeweils aus einer lichtundurchlässigen Hülse und einem darin aufgenommenen transparenten Kern. Wenn die Kupplungsteile gekuppelt sind, bilden die lichtundurchlässigen Hülsen einen von Tageslicht abgeschirmten Lichttunnel.

Die sphärische Stirnfläche des transparenten Kernes wird jeweils im Hülsende stufenlos fortgesetzt. Damit auch beim Verkippen der lichtleitenden Elemente relativ zueinander kein Tageslicht in den transparenten Kern einfallen kann, darf die Wanddicke der Hülse im Bereich der Stirnflächen nicht zu gering sein. Vorteilhafterweise beträgt sie mindestens  $1/10$ , vorzugsweise mindestens  $1/5$  des Krümmungsradius der Stirnfläche.

Die bisher beschriebene Lichtleiterkupplung kann auf herkömmliche Weise und mit den beschriebenen Vorteilen als passives Kopplungselement zwischen zwei Lichtwellenleitern verwendet werden. Beispielsweise kann ein optisches Signal über einen ersten Lichtwellenleiter über eine gewisse Strecke zum ersten Kupplungsteil geleitet werden und dort in dessen lichtleitendes Element eingespeist werden. Das optische Signal wird dann durch die Stirnflächen der beiden lichtleitenden Elemente auf das lichtleitende Element des zweiten Kupplungsteiles

übertragen, von diesem in den zweiten Lichtwellenleiter eingespeist und darin über eine weitere Strecke geleitet.

Aufgrund ihres einfachen Aufbaus und ihren zuverlässigen Kupplungseigenschaften eignet sich die beschriebene Lichtleiterkupplung aber auch für einen breiteren und vielseitigeren Einsatz an. Eine große Vielseitigkeit wird erreicht, wenn die Lichtleiterkupplung mit aktiven Elementen zur Signalaufbereitung oder zum Erzeugen neuer Signale ausgestattet ist.

In einer bevorzugten Weiterbildung beinhaltet das erste Kupplungsteil daher eine Sendeeinrichtung, die aus elektrischen Signalen optische Signale erzeugt und diese in das lichtleitende Element des ersten Kupplungsteiles einspeist. Zusätzlich oder alternativ beinhaltet das zweite Kupplungsteil eine Empfangseinrichtung, die aus auf das lichtleitende Element des zweiten Kupplungsteiles übertragenen optischen Signalen elektrische Signale erzeugt.

Darüber hinaus kann das erste Kupplungsteil einen Mikroprozessor beinhalten, der die elektrischen Signale für die Sendeeinrichtung bereitstellt. Auch das zweite Kupplungsteil kann einen Mikroprozessor beinhalten, der das in der Empfangsvorrichtung erzeugte elektrische Signal verarbeitet. Bei dieser Verarbeitung im Mikroprozessor des zweiten Kupplungsteils kann beispielsweise geprüft werden, ob die Signale vollständig übertragen wurden. Falls dies nicht der Fall sein sollte, kann der Mikroprozessor des ersten Kupplungsteiles beauftragt werden, diese Signale erneut zu senden. Der Mikroprozessor des ersten Kupplungsteiles kann beispielsweise der Sendeeinrichtung die Stärke des darin zu erzeugenden optischen Signales vorschreiben, die eine mögliche Dämpfung der optischen Signalübertragung infolge von Verschmutzung oder Betauung der Stirnflächen der lichtleitenden Elemente kompensiert.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist der Mikroprozessor des ersten Kupplungsteiles programmiert, um mehrere individuelle Signale in elektrischen Multiplexsignalen zu vereinen, und der Mikroprozessor des zweiten Kupplungsteiles programmiert, um elektrische Multiplexsignale in individuelle Signale zu zerlegen. Dann können mehrere unterschiedliche Signale gleichzeitig über die Lichtleiterkupplung übertragen werden, wodurch Lichtleiterkupplungen eingespart werden können.

Vorzugsweise hat das erste und/oder das zweite Kupplungsteil ein Gehäuse, an dessen einem axialen Ende ein hülsenartiger Abschnitt ausgebildet ist, in dem das lichtleitende Element axial verschiebbar gelagert und in Richtung auf dieses eine axiale Ende elastisch vorgespannt ist, und an dessen anderem Ende ein Anschlussbolzen ausgebildet ist, der zum Einsetzen in einen Kontaktträger bestimmt ist. Der Anschlussbolzen besteht vorzugsweise aus zwei gegeneinander isolierten Abschnitten, von denen der eine mit einem Massepotential und der andere mit einer elektrischen Signalleitung verbunden ist, wenn der Anschlussbolzen in den Kontaktträger eingesetzt ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, in der die Lichtleiterkupplung anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert wird. Darin zeigen:

Fig.1 eine Schnittdarstellung eines ersten Kupplungsteiles einer Lichtleiterkupplung in Explosionsdarstellung (oben) und im zusammengesetzten Zustand (unten),

Fig.2 eine Schnittdarstellung eines zweiten Kupplungsteiles einer Lichtleiterkupplung in Explosionsdarstellung (oben) und im zusammengesetzten Zustand (unten),



- Fig.3 eine Schnittdarstellung der Kupplungsteile von Figuren 1 und 2 im gekuppelten Zustand,
- Fig.4 die gekuppelten Kupplungsteile von Figur 3, deren Abstand in Richtung der optischen Achse verkürzt ist,
- Fig.5 die gekuppelten Kupplungsteile von Figur 3, deren optische Achsen gegeneinander verkippt sind,
- Fig.6 einen Längsschnitt durch das Gehäuse des ersten Kupplungsteiles,
- Fig.7 eine Querschnittsansicht des Gehäuses des ersten Kupplungsteiles,
- Fig.8 eine Querschnittsansicht einer alternativen Ausführungsform des Gehäuses des ersten Kupplungsteiles,
- Fig.9 eine Funktionsskizze einer Sendeeinrichtung des ersten Kupplungsteiles,
- Fig.10 eine Funktionsskizze einer Empfangseinrichtung des zweiten Kupplungsteiles und
- Fig.11 eine Schnittansicht eines Abschnitts einer Leitungskupplung für Schienenfahrzeuge mit zwei Kontaktträgern, in die jeweils ein Kupplungsteil der Lichtleiterkupplung eingesetzt ist.

In Figur 1 ist eine Längsschnittsansicht des ersten Kupplungsteiles 10 einer Lichtleiterkupplung nach einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung in Explosionsdarstellung (oben) und im zusammengesetzten Zustand (unten) gezeigt. In Figur 2 ist eine Längsschnittsdarstellung des zweiten Kupplungsteiles 12 der gleichen Lichtleiterkupplung in Explosionsdarstellung (oben) und im zusammengesetzten Zustand (unten) gezeigt. Da das erste und das zweite Kupplungsteil 10 bzw. 12 in vielen Merkmalen identisch sind, werden sie im folgenden gemeinsam beschrieben, wobei gleichartige Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet werden.

Die Kupplungsteile 10 und 12 haben jeweils ein Metallgehäuse 14 mit einem hülsenartigen Abschnitt 16, in dem ein lichtleitendes Element 18 axial verschiebbar gelagert ist. Die lichtleitenden Elemente 18 können gegen die Vorspannkraft einer Feder 20 in den hülsenartigen Abschnitt 16 des jeweiligen Gehäuses 14 gedrückt werden. Anstatt mit der Feder 20 kann das lichtleitende Element 18 auch durch im hülsenartigen Abschnitt eingeschlossenes Gas pneumatisch vorgespannt werden. Die lichtleitenden Elemente 18 bestehen jeweils aus einer lichtundurchlässigen Hülse 22 und einem darin aufgenommenen transparenten Kern 24.

Das lichtleitende Element 18 des ersten Kupplungsteils hat eine dem hülsenartigen Gehäuseabschnitt 16 abgewandte sphärisch konkave Stirnfläche 26 (Figur 1) und das lichtleitende Element 18 des zweiten Kupplungsteiles 12 eine sphärisch konvexe Stirnfläche 26' (Figur 2), deren Krümmungsradius mit demjenigen der sphärisch konkaven Stirnfläche 26 übereinstimmt. Die sphärisch konkave Stirnfläche 26 und die sphärisch konvexe Stirnfläche 26' sind nicht nur im transparenten Kern 24 ausgebildet, sondern werden im axialen Ende der jeweiligen Hülse 22 des lichtleitenden Elementes 18 stetig fortgesetzt.

In den Hülsen 22 sind Führungsnuten 27 ausgebildet, in die Führungsbolzen 28 eingreifen. Die Verschiebungsbewegung der lichtleitenden Elemente 18 wird dadurch begrenzt, dass eines der Enden der Führungsnut 27 am Führungsbolzen 28 anstößt.

Der Innenraum des hülsenartigen Gehäuseabschnittes 16 besteht aus zwei zylindrischen Abschnitten, einem innen liegenden Abschnitt 30 und einem weiter außen liegenden Abschnitt 32, dessen Durchmesser größer ist als der des innen liegenden Abschnittes 30. Zwischen den zylindrischen Innenraumabschnitten 30 und 32 ist ein Absatz 34 in der Gehäuseinnenwand ausgebildet. Im äußeren Innenraumabschnitt 32 befinden sich das lichtleitende Element 18 und die Feder 20, die sich mit einem Ende am lichtleitenden Element 18, mit dem anderen Ende an einem Metallring 36 abstützt, der seinerseits am Absatz 34 aufliegt.

Im inneren Innenraumabschnitt 30 befindet sich beim ersten Kupplungsteil 10 eine Sendeeinrichtung 38 (Figur 1) und beim zweiten Kupplungsteil eine Empfangseinrichtung 40 (Figur 2). Sowohl die Sendeeinrichtung 38 als auch die Empfangseinrichtung 40 haben einen Masseanschluss 42, der mit dem hülsenartigen Abschnitt 16 des Gehäuses 14 verlötet ist, und einen Signalanschluss 44.

Das Gehäuse 14 hat an seinem dem lichtleitenden Element 18 abgewandten Ende einen hohlen Anschlussbolzen 46 mit einem Massenanschlussabschnitt 48, einem Signalanschlussabschnitt 50 und einem dazwischen liegenden Isolierungsstück 52, das die Abschnitte 48 und 50 voneinander elektrisch isoliert. Der Signalanschluss 44 ist durch den Hohlraum im Anschlussbolzen 46 geführt und mit dem Signalanschlusstück 50 verlötet. Der innere Innenraumabschnitt 30 und der Hohlraum des Anschlussbolzens 46 sind mit Vergussmasse ausgegossen, die in den Figuren 1 und 2 durch Schraffierung dargestellt ist.

In Figur 6 ist eine vergrößerte Schnittdarstellung des Gehäuses 14 des ersten Kupplungsteiles 10 gezeigt. Wie in Figur 6 zu sehen, ist am Massenanschlussabschnitt 48 des Anschlussbolzens 46 ein Außengewinde 54 ausgebildet, mit dem das erste Kupplungsteil 10 in eine auf Massepotential befindliche Fassung in einem Kontaktträger einschraubbar ist. An der Innenseite des Masseanschlussabschnittes 48 befindet sich ein Innengewinde 56, in das das Isolierungsstück 52 einschraubbar ist (siehe Figur 1). In der Schnittdarstellung von Figur 6 ist ferner eine Bohrung 57 gezeigt, in der der Massenanschluss 40 der Sendeeinrichtung 38 verlötet wird.

Figur 8 zeigt einen Querschnitt durch das Gehäuse 14 des ersten Kupplungsteiles 10 entlang der Linie A-A von Figur 6. Wie darin zu erkennen, hat der hülsenartige Abschnitt 16 des Gehäuses 14 einen sechseckigen Außenquerschnitt, an den ein Werkzeug ansetzbar ist, um das Kupplungsteil 10 mit seinem Gewinde 54 in eine Fassung zu schrauben. Der hülsenartige Abschnitt 16 des Gehäuses 14 hat zwei Aufnahmen 58 für die Führungsbolzen 28, die bereits in den Figuren 1 und 2 beschrieben wurden. Anstelle von zwei Aufnahmen 58 können auch drei um jeweils 120° versetzte Aufnahmen 60 vorgesehen sein, wie dies in Figur 7 gezeigt ist. In dem Fall hat die lichtundurchlässige Hülse 22 drei entsprechend angeordnete Führungsnuten 27.

In Figur 3 sind das erste Kupplungsteil 10 und das zweite Kupplungsteil 12 im gekuppelten Zustand gezeigt. Dabei werden die Stirnflächen 26 bzw. 26' des jeweiligen lichtleitenden Elementes 18 aneinander gepresst, so dass optische Signale, die in den transparenten Kern 24 des lichtleitenden Elementes 18 des ersten Kupplungsteils 10 eingespeist werden, durch die Stirnflächen 26 und 26' in den transparenten Kern 22 des lichtleitenden Elementes 18 des zweiten Kupplungsteiles 12 übertragen werden. Dabei bilden die lichtundurchlässigen

Hülsen 22 der lichtleitenden Elemente 18 einen von Tageslicht abgeschirmten Lichttunnel.

Da die beiden lichtleitenden Elemente 18 jeweils verschiebbar in dem Gehäuse 14 der Kupplungsteile 10 bzw. 12 gelagert sind, können die Kupplungsteile etwas aufeinander zu und voneinander weg bewegt werden, ohne dass die Funktion der Lichtleiterkupplung beeinträchtigt würde. In Figur 4 sind beispielsweise die Kupplungsteile 10 und 12 von Figur 3 etwas aufeinander zu bewegt, ohne dass sich die Lage der lichtleitenden Elemente 18 zueinander geändert hätte, so dass auch die Lichtübertragung unbeeinflusst bleibt. Die gezeigte Lichtleiterkupplung gestattet also eine gewisse Toleranz in der relativen Anordnung der beiden Kupplungsteile 10 und 12 in Kupplungsrichtung, d.h. entlang der optischen Achsen der lichtleitenden Elemente 18, die durch die Mittelachse derselben gebildet wird. Ferner wirken die mit Federdruck belasteten Stirnflächen 26 und 26' einem Versatz der optischen Achsen der lichtleitenden Elemente 18 entgegen, d.h. sie helfen, die beiden Kupplungsteile aneinander auszurichten und die ausgerichtete Lage beizubehalten.

In Figur 5 sind ebenfalls die beiden Kupplungsteile 10 und 12 im gekuppelten Zustand gezeigt. Anders als in den Figuren 3 und 4 sind hier die Kupplungsteile 10 und 12 jedoch nicht auf einer Linie angeordnet, sondern gegeneinander verdreht. Das bedeutet, dass die optischen Achsen der lichtleitenden Elemente 18, die jeweils mit der Symmetrieachse des transparenten Kernes 24 zusammenfallen, in einem Winkel zueinander stehen. Aufgrund ihrer sphärischen Gestalt liegen die Stirnflächen 26 und 26' dennoch lückenlos aneinander an, so dass sich die Dämpfung des Lichtes beim Durchtritt durch die Stirnflächen 26 und 26' in Grenzen hält. Die Lichtleiterkupplung ist also zu einem gewissen Grad knickbar, ohne dass ihre Funktion beeinträchtigt würde. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber üblicherweise verwendeten ebenen Stirnflächen, die bei einer derar-

tigen Verkipfung voneinander abgehoben würden, so dass die Lichtübertragung von einem Kupplungsteil auf das andere stark gedämpft würde.

In Figur 5 ist die Lichtleiterkupplung in ihrer maximal geknickten Lage gezeigt, in der die Kupplungsteile um  $11^\circ$  gegeneinander verkippt sind. Bei einer weiteren Verkipfung würde Tageslicht in den Lichttunnel eintreten und das optische Signal verfälschen. Der Grenzwinkel, bei dem Tageslicht in den Lichttunnel eindringen würde, hängt vom Verhältnis der Wanddicke der lichtundurchlässigen HülSEN im Bereich der Stirnflächen 26 bzw. 26' zum Krümmungsradius der Stirnflächen 26, 26' ab. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Wanddicke der lichtundurchlässigen Hülse 22 des ersten Kupplungsteiles im Bereich der Stirnfläche 26 geringer als die der lichtundurchlässigen Hülse 22 des zweiten Kupplungsteiles 12, und somit für die Bestimmung des Grenzwinkels maßgeblich. Sie beträgt etwa  $1/5$  des Krümmungsradius der sphärischen Stirnflächen 26 und 26'.

Es wird betont, dass obwohl die in den Figuren 1 bis 5 gezeigte Lichtleiterkupplung eine Sendeeinrichtung 38 und eine Empfangseinrichtung 40 beinhaltet, die bisher beschriebenen Merkmale, insbesondere die sphärische Ausgestaltung der Stirnflächen 26 und 26' auch für Lichtleiterkupplungen im herkömmlichen Sinne gedacht sind, in denen keine derartigen aktiven Elemente vorgesehen sind. In diesem Fall würde Licht von einem Lichtwellenleiter in das lichtleitende Element 18 des ersten Kupplungsteiles 10 eingespeist, durch dessen Stirnfläche 26 und die Stirnfläche 26' des lichtleitenden Elementes 18 des zweiten Kupplungsteils 12 übertragen und in einem mit dem lichtleitenden Element 18 des zweiten Kupplungsteils verbundenen Lichtwellenleiter weiter geleitet. Die Sende- und Empfangseinrichtungen 38 bzw. 40 stellen lediglich eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung dar, die im folgenden beschrieben wird.

In Figur 9 ist eine Funktionsskizze der Sendeeinrichtung 38 gezeigt. Wie dieser zu entnehmen, wird eine zwischen dem Masseanschluss 42 und dem Signalanschluss 44 anliegende Eingangsspannung  $V_{in}$  über einen Widerstand 61 skaliert und über einen aus einem Kondensator 62 und einem Widerstand 64 bestehenden Hochpass an eine Leuchtdiode 66 angelegt, die der anliegenden Spannung entsprechend Licht emittiert. Der Zusammenhang zwischen der anliegenden Spannung  $V_{in}$  und der Strahlungsleistung  $S$  der Leuchtdiode 66 ist im rechten Teil von Figur 9 in einem Diagramm schematisch dargestellt, dessen Abszisse die Zeit anzeigt und dessen Ordinate die Eingangsspannung  $V_{in}$  und die Strahlungsleistung  $S$  in nicht bestimmten Einheiten angibt.

In Figur 10 ist eine Funktionsskizze der Empfangseinrichtung 40 gezeigt. Die Empfangseinrichtung 40 beinhaltet eine Fotodiode 68, die in Abhängigkeit von der Intensität einfallenden Lichts eine Spannung erzeugt. Diese wird in einem ersten Schaltungsabschnitt mit Hilfe eines Operationsverstärkers 70, eines Widerstandes 72 und eines Kondensators 74 geeignet verstärkt und mit Hilfe eines weiteren Operationsverstärkers 76 zu einer Ausgabespannung  $V_{out}$  invertiert. Der Zusammenhang der empfangenen Strahlungsleistung  $S'$  (die multipliziert mit einem Dämpfungsfaktor der von der LED 66 emittierten Strahlungsleistung entspricht) und dem Ausgabesignal  $V_{out}$  der Empfangseinrichtung 40 ist im rechten Teil von Figur 10 in einem Diagramm schematisch dargestellt, dessen Abszisse wiederum die Zeit und dessen Ordinate die empfangene Strahlungsleistung  $S'$  und die Ausgangsspannung  $V_{out}$  in unbestimmten Einheiten zeigt.

Die Sendeeinrichtung 38 und die Empfangseinrichtung 40 sind so ausgebildet, dass das Ausgabesignal  $V_{out}$  der Empfangseinrichtung 40 trotz einer möglichen Dämpfung des übertragenen optischen Signales der Eingangsspannung  $V_{in}$  entspricht. Selbst wenn also das zwischen den Kupplungsteilen 10 und 12 übertragene optische Signal einer gewissen Dämpfung unterworfen ist, ist das effek-

tiv übertragene elektrische Signal  $V_{out}$  gegenüber dem Ursprungssignal  $V_{in}$  nicht gedämpft.

Bei dem elektrischen Eingangssignal  $V_{in}$  kann es sich beispielsweise um ein elektrisches Hochfrequenzsignal handeln, das innerhalb zweier Fahrzeugteile über ein Koaxialkabel geleitet wird und nur zum Passieren der Lichtleiterkupplung mit Hilfe der Sendeeinrichtung 38 in ein optisches Signal umgewandelt wird. Die weitergebildete Lichtleiterkupplung mit den aktiven Elementen 38 und 40 findet aber auch Verwendung, wenn in den Fahrzeugteilen bereits optische Signale durch Lichtwellenleiter übertragen werden. Diese werden dann im ersten Kupplungsteil zunächst in ein elektrisches Signal umgewandelt, das dann an die Sendeeinrichtung 38 angelegt wird. Das Ausgangssignal  $V_{out}$  der Empfangseinrichtung 40 wird dann im zweiten Kupplungsteil wiederum in ein optisches Signal umgewandelt und in einen weiteren Lichtwellenleiter eingespeist.

In Figur 11 ist ein Abschnitt einer Leitungskupplung zur Verwendung in Kombination mit einer automatischen Schienenfahrzeugkupplung in Schnittdarstellung gezeigt. Eine automatische Kupplung wird verwendet, wenn die Zugteile häufiger gekuppelt und entkuppelt werden müssen. Dann ist die zugehörige Leitungskupplung so ausgebildet, dass ihre elektrischen und optischen Kontakte beim automatischen Kuppeln der Zugteile ebenfalls automatisch mitgekuppelt werden.

Die Leitungskupplung beinhaltet zwei Kontaktträger 78 und 80, in denen neben einer Reihe elektrischer Kontakte (nicht gezeigt) auch die oben beschriebenen Kupplungsteile 10 und 12 der Lichtleiterkupplung eingesetzt sind. Die Kupplungsteile 10 und 12 sind mit dem Gewinde 54 des Anschlussbolzens stirnseitig in die Kontaktträger 78 bzw. 80 eingeschraubt, wodurch das Gewinde 54 auf Massepotential gelegt wird. Gleichzeitig kommt der Signalkontaktabschnitt 50 des ersten Kupplungsteiles 10 mit einer schematisch dargestellten ersten Sig-



nalverarbeitungseinheit 82 und der Signalanschlussabschnitt 50 des zweiten Kupplungsteiles 12 mit einer schematisch dargestellten zweiten Signalverarbeitungseinheit 84 elektrisch in Kontakt.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden der ersten Signalverarbeitungseinheit 82 über ein Koaxialkabel 86 elektrische Signale und über einen Lichtwellenleiter 88 optische Signale zugeführt. Die optischen Signale 88 werden in einer Wandlereinheit 90 in elektrische Signale umgewandelt und zusammen mit den elektrischen Signalen aus der elektrischen Leitung 86 einer Steuerungseinheit 92 zugeführt. In der Steuerungseinheit 92 werden die beiden eingehenden elektrischen Signale zu einem Multiplexsignal verarbeitet, das auf den Signalanschluss 50 des ersten Kupplungsteiles übertragen wird. Dazu hat die Steuerungseinheit 92 einen Mikroprozessor (nicht gezeigt), bei dem es sich um einen Industrie-PC oder ein sogenanntes Field Programmable Gate Array (FPGA) handelt.

Die Steuerungseinheit 92 hat ferner einen Dateneingang 94, über den ihr weitere Informationen zur Signalverarbeitung zugeführt werden. Beispielsweise kann über die Datenleitung 94 signalisiert werden, dass bereits übertragene Signale unvollständig angekommen sind und erneut zu senden sind.

Die Umwandlung der elektrischen Multiplexsignale in optische Signale durch die Sendeeinrichtung 38 und deren Übertragung vom ersten Kupplungsteil 10 auf das zweite Kupplungsteil 12 erfolgen wie oben beschrieben. Vom Signalanschluss 50 des zweiten Kupplungsteiles 12 gelangen die in der Empfangseinrichtung 40 erzeugten elektrischen Signale in eine Steuerungseinheit 96 der zweiten Signalverarbeitungseinheit 84. In der Steuerungseinheit 96 werden die Multiplexsignale in individuelle Signale zerlegt. Die ursprünglich über die elektrische Leitung 86 eingegangenen Signale werden über eine elektrische Leitung 98 weitergeleitet. Die ursprünglich über den Lichtwellenleiter 88 eingegangenen

Signale werden in einer Wandlereinheit 100 in optische Signale umgewandelt und in einen Lichtwellenleiter 102 eingespeist.

Über eine weitere Datenleitung 104 können Signale von der Steuerungseinheit 96 weitergeleitet werden, beispielsweise Fehlersignale, wenn Signale fehlerhaft empfangen wurden. Die Steuerungseinheit 96 enthält ebenfalls einen Industrie-PC oder ein FPGA (nicht gezeigt).

Die Signalverarbeitungseinheiten 82 und 84, können auch im Gehäuse 14 der Kupplungsteile untergebracht werden. Ferner können die Signalverarbeitungseinheiten 82 und 84 jeweils mit einem sendefähigen Kupplungsteil (ähnlich dem ersten Kupplungsteil 10) und einem empfangsfähigen Kupplungsteil (ähnlich dem zweiten Kupplungsteil 12) verbunden sein. Dann können Signale von beiden Seiten der Kupplung auf die jeweils andere Seite übertragen werden und die Signalverarbeitungseinheiten 82 und 84 können in beide Richtungen miteinander kommunizieren.

Die Kupplungsteile 10 und 12 können allerdings nicht nur wie in Fig. 11 gezeigt in speziellen Kontaktträgern, sondern auch direkt in den Kupplungsköpfen einer mechanischen Schienenfahrzeugkupplung, beispielsweise einer automatischen Mittelpufferkupplung angeordnet sein (nicht gezeigt). Die oben beschriebene Unempfindlichkeit der optischen Signalkupplung gegenüber mechanischen Toleranzen macht diese Anordnung möglich, die bei herkömmlichen optischen Signalkupplungen nicht funktionieren würde. Dadurch kann in manchen Fällen eine separate Leitungskupplung eingespart werden.

Bezugszeichenliste

10	erstes Kupplungsteil
12	zweites Kupplungsteil
14	Gehäuse
16	hülsenartiger Gehäuseabschnitt
18	lichtleitendes Element
20	Feder
22	lichtundurchlässige Hülse
24	transparenter Kern
26, 26'	sphärische Stirnfläche
27	Führungsnut
28	Führungsbolzen
30	innerer Innenraumabschnitt
32	äußerer Innenraumabschnitt
34	Absatz
36	Metallring
38	Sendeeinheit
40	Empfangseinheit
42	Masseanschluss
44	Signalanschluss
46	Anschlussbolzen
48	Masseanschlussabschnitt
50	Signalanschlussabschnitt

52	Isolierungsstück
54	Außengewinde
56	Innengewinde
57	Bohrung
58	Führungsbolzenaufnahme
60	Führungsbolzenaufnahme
62	Kondensator
64	Widerstand
66	LED
68	Photodiode
70	Operationsverstärker
72	Widerstand
74	Kondensator
76	Operationsverstärker
78	Kontaktträger
80	Kontaktträger
82	Signalverarbeitungseinheit
84	Signalverarbeitungseinheit
86	elektrische Signalleitung
88	Lichtwellenleiter
90	Signalwandler
92	Steuerungseinheit
94	Datenleitung
96	Steuerungseinheit
98	elektrische Signalleitung

100	Signalwandler
102	Lichtwellenleiter
104	Datenleitung

### Patentansprüche

1. Lichtleiterkupplung, insbesondere zum Übertragen von optischen Signalen zwischen miteinander gekuppelten Fahrzeugteilen, mit einem ersten und einem zweiten Kupplungsteil (10, 12), die miteinander kuppelbar sind und in denen jeweils ein lichtleitendes Element (18) gehalten ist, von denen mindestens eines derart elastisch vorgespannt ist, dass die lichtleitenden Elemente (18) mit ihren Stirnflächen (26, 26') aneinander gedrückt werden, wenn die Kupplungsteile (10, 12) miteinander gekuppelt sind, um eine Lichtübertragung von einem lichtleitenden Element (18) auf das andere zu gestatten, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Stirnfläche (26) des einen lichtleitenden Elementes (18) sphärisch konkav und die Stirnfläche (26') des anderen lichtleitenden Elementes (18) mit gleichem Krümmungsradius sphärisch konvex ausgebildet ist.
2. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die lichtleitenden Elemente (18) jeweils aus einer lichtundurchlässigen Hülse (22) und einem darin aufgenommenen transparenten Kern (24) bestehen.
3. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Wanddicke der Hülse (22) im Bereich der Stirnfläche (26, 26') mindestens  $1/10$ , vorzugsweise mindestens  $1/5$  des Krümmungsradius der Stirnflächen (26, 26') beträgt.
4. Lichtleiterkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das erste Kupplungsteil (10) eine Sendeeinrichtung (38) beinhaltet, die aus elektrischen Signalen optische Signale erzeugt und diese in das lichtleitende Element (18) des ersten Kupplungsteiles (10) einspeist.

5. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Sendeeinrichtung (38) mindestens eine LED (66) zur Erzeugung der optischen Signale hat.
6. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass das erste Kupplungsteil (10) einen Mikroprozessor beinhaltet, der die elektrischen Signale für die Sendeeinrichtung (38) bereitstellt.
7. Lichtleiterkupplung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das zweite Kupplungsteil (12) eine Empfangseinrichtung (40) beinhaltet, die aus auf das lichtleitende Element (18) des zweiten Kupplungsteiles (12) übertragenen optischen Signalen elektrische Signale erzeugt.
8. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Empfangseinrichtung (40) eine Photodiode (68) zum Detektieren der optischen Signale hat.
9. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass das zweite Kupplungsteil (12) einen Mikroprozessor beinhaltet, der das in der Empfangsvorrichtung (40) erzeugte elektrische Signal verarbeitet.
10. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 6 und 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Mikroprozessor des ersten Kupplungsteiles programmiert ist, um mehrere individuelle Signale in elektrischen Multiplexsignalen zu vereinen,

und der Mikroprozessor des zweiten Kupplungsteiles programmiert ist, um elektrische Multiplexsignale in individuelle Signale zu zerlegen.

11. Lichtleiterkupplung nach einem der Ansprüche 4 bis 6 und/oder einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass das erste und/oder zweite Kupplungsteil (10, 12) ein Gehäuse (14) hat, an dessen einem axialen Ende ein hülsenartiger Abschnitt (16) ausgebildet ist, in dem das lichtleitende Element (18) axial verschiebbar gelagert und in Richtung auf dieses eine axiale Ende elastisch vorgespannt ist, und an dessen anderem Ende ein Anschlussbolzen (46) ausgebildet ist, der zum Einsetzen in einen Kontaktträger (78, 80) bestimmt ist.
12. Lichtleiterkupplung nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Anschlussbolzen (46) aus zwei gegeneinander isolierten Abschnitten (48, 50) besteht, von denen der eine mit dem Massepotential und der andere mit einer elektrischen Signalleitung verbunden ist, wenn der Anschlussbolzen (46) in den Kontaktträger (78, 80) eingesetzt ist.

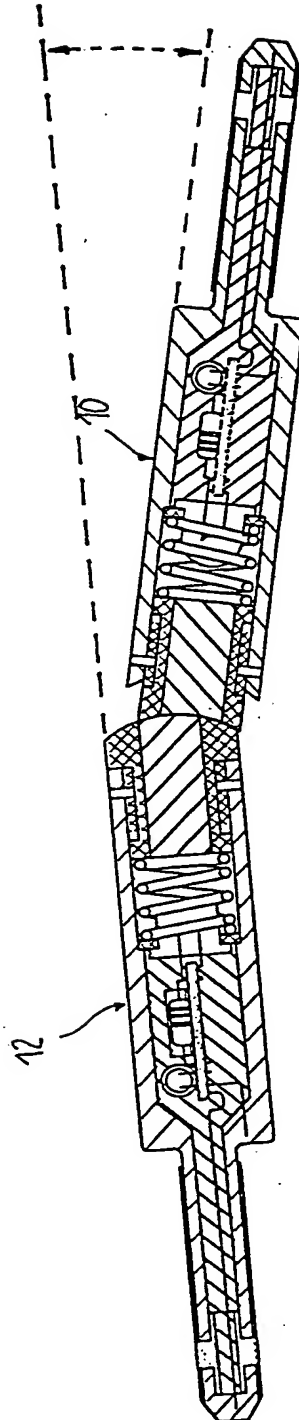


### Zusammenfassung

Gezeigt wird eine Lichtleiterkupplung mit einem ersten und einem zweiten Kupplungsteil (10, 12), die miteinander kuppelbar sind und in denen jeweils ein lichtleitendes Element (18) gehalten ist, von denen mindestens eines derart elastisch vorgespannt ist, dass die lichtleitenden Elemente mit ihren Stirnflächen (26, 26') aneinander gedrückt werden, wenn die Kupplungsteile (10, 12) miteinander gekuppelt sind, um eine Lichtübertragung von einem lichtleitenden Element (18) auf das andere zu gestatten. Dabei ist die Stirnfläche (26) des einen lichtleitenden Elementes (18) sphärisch konkav und die Stirnfläche (26') des anderen lichtleitenden Elementes mit gleichem Krümmungsradius sphärisch konvex ausgebildet.

(Figur 5)

# ZUSAMMENFASSUNG



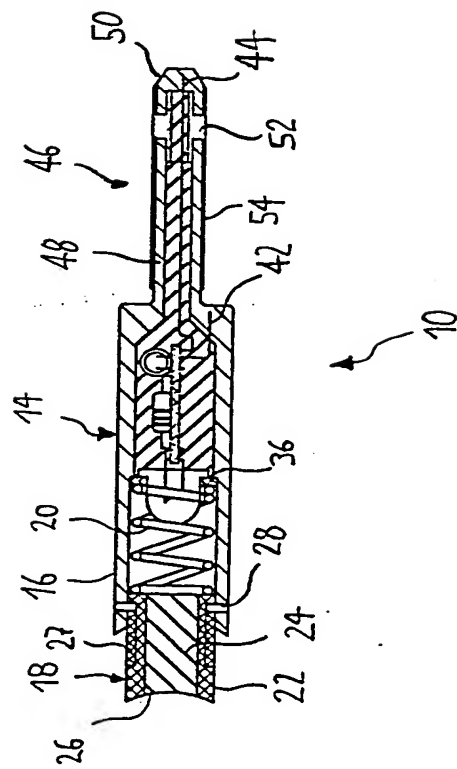
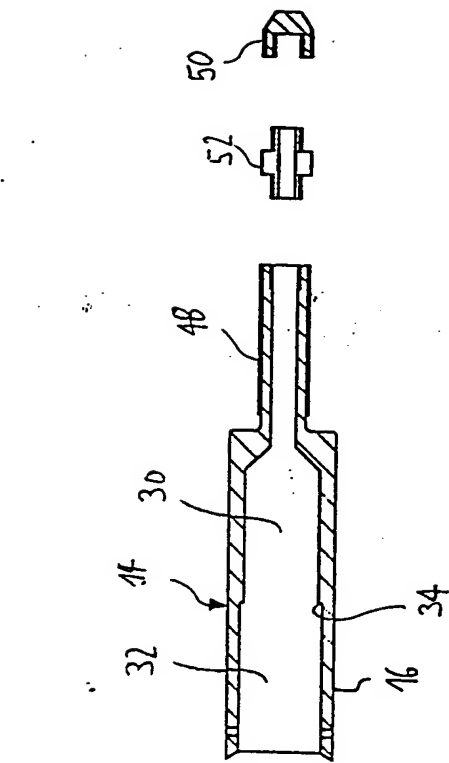


Fig. 1

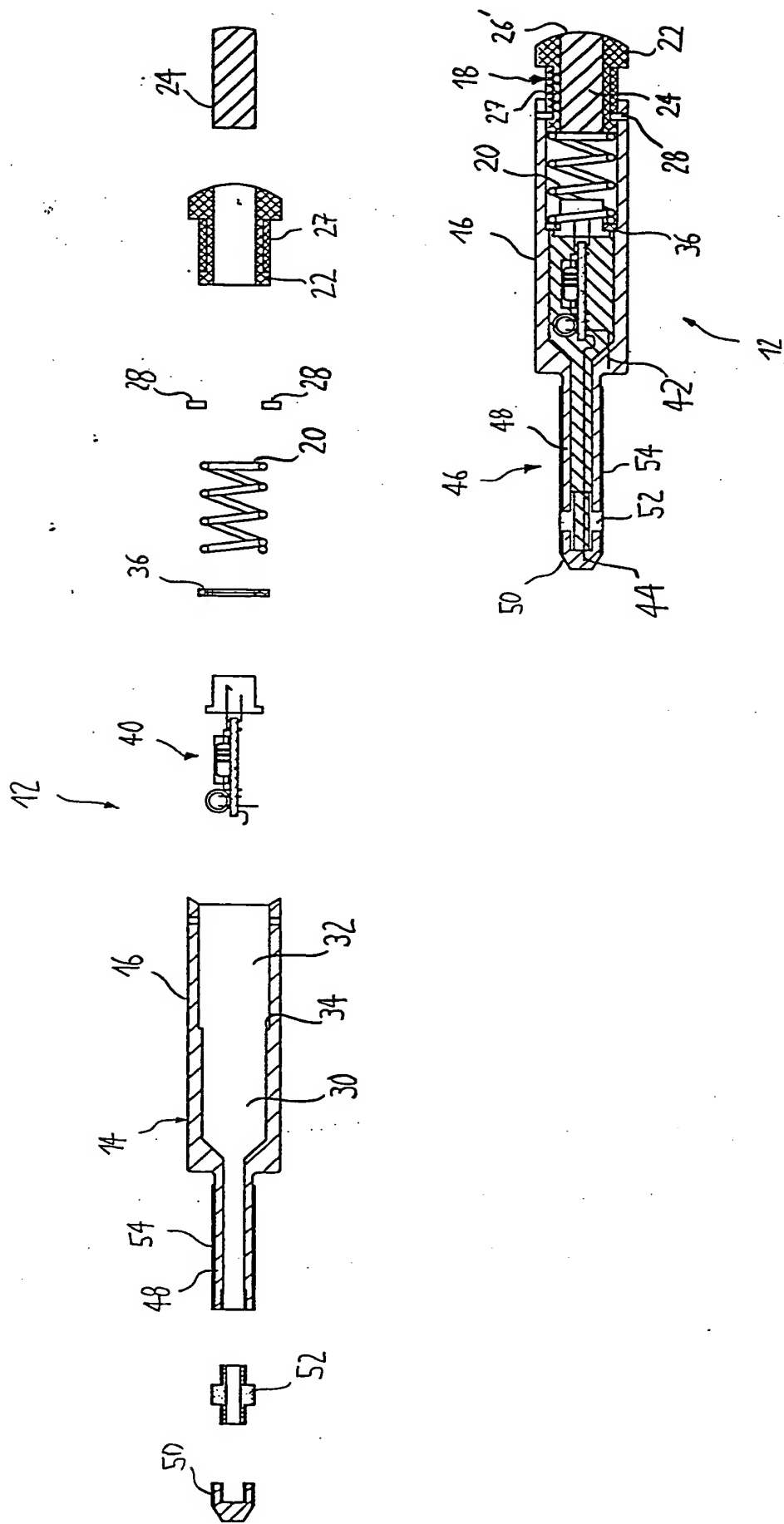


Fig. 2

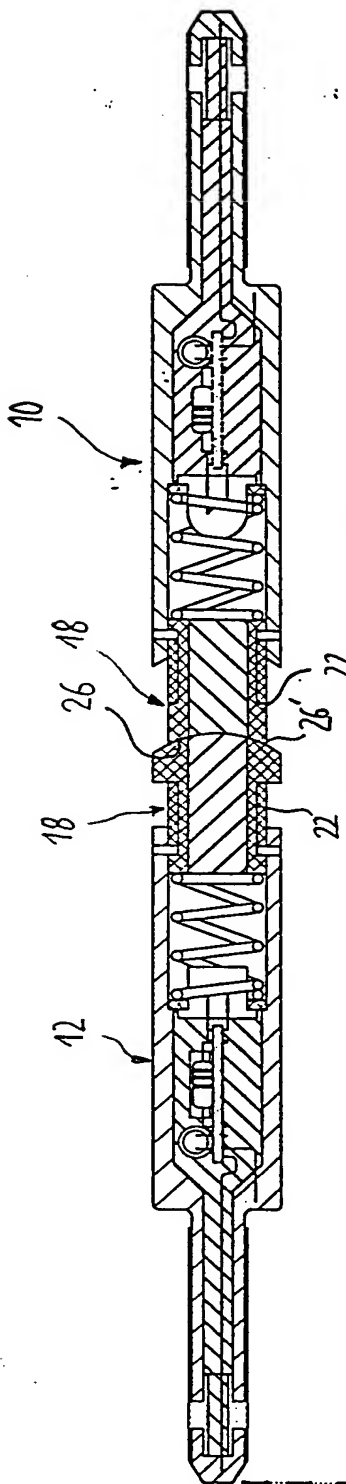


Fig. 3

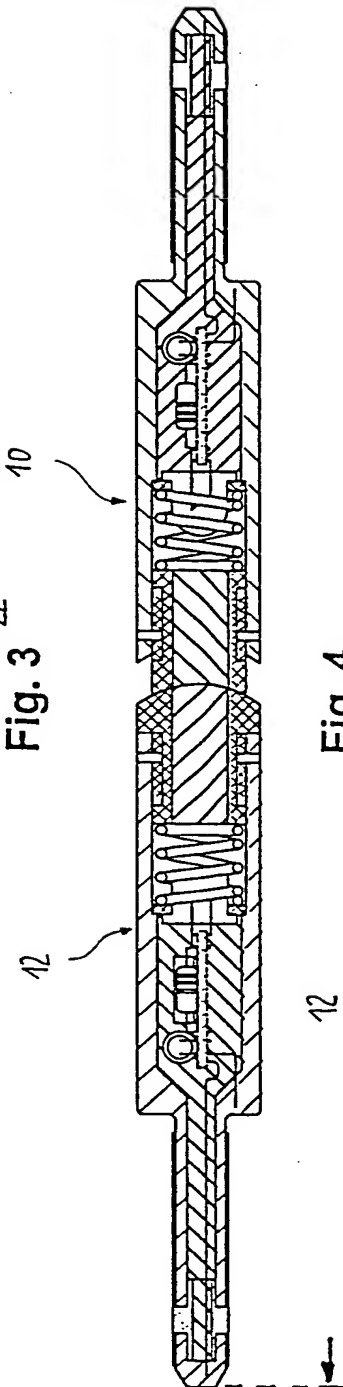


Fig. 4

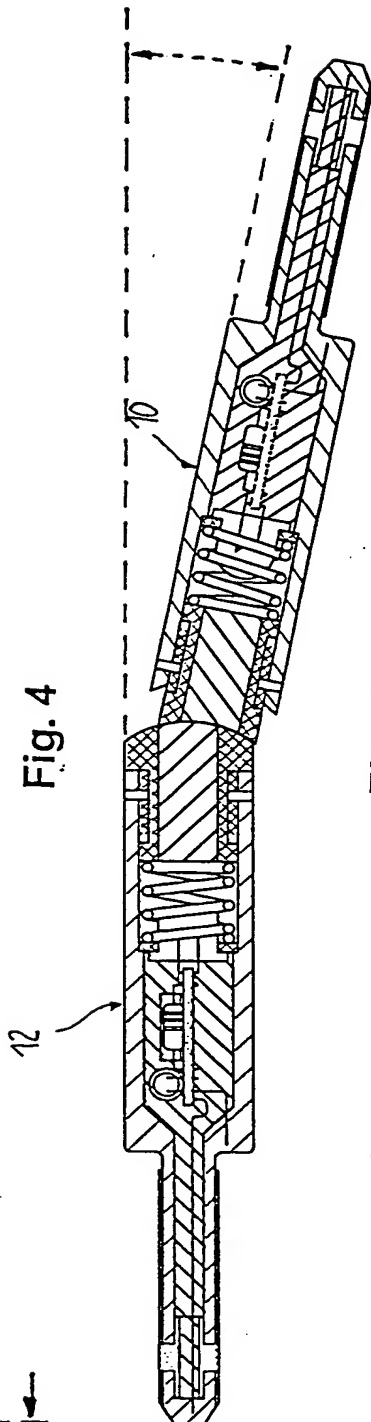


Fig. 5

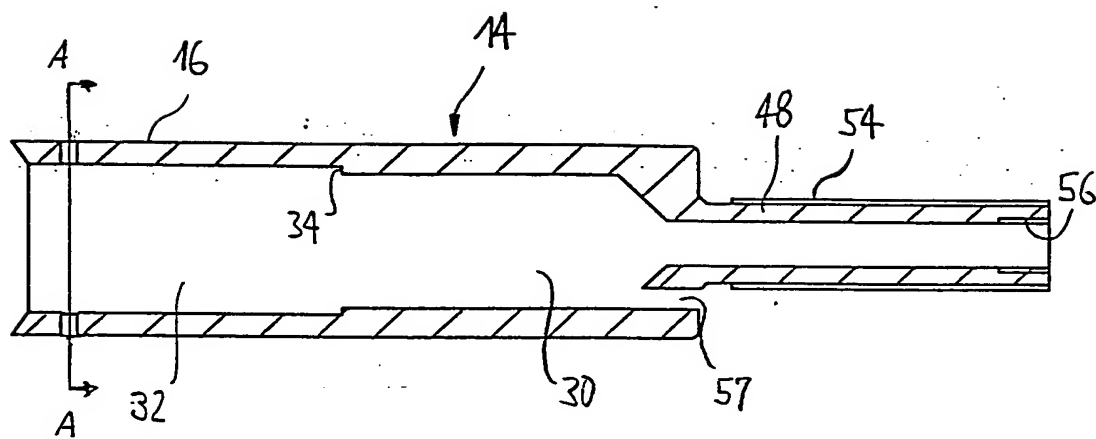


Fig. 6

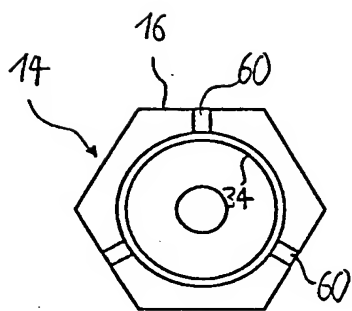


Fig. 7

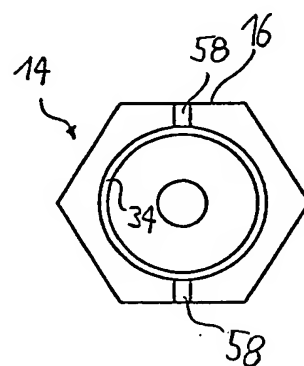


Fig. 8

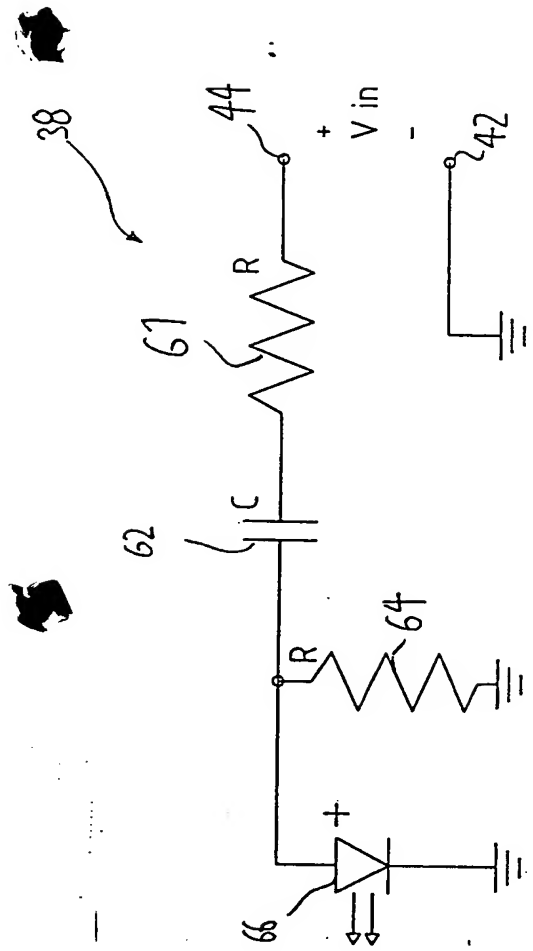


Fig. 9

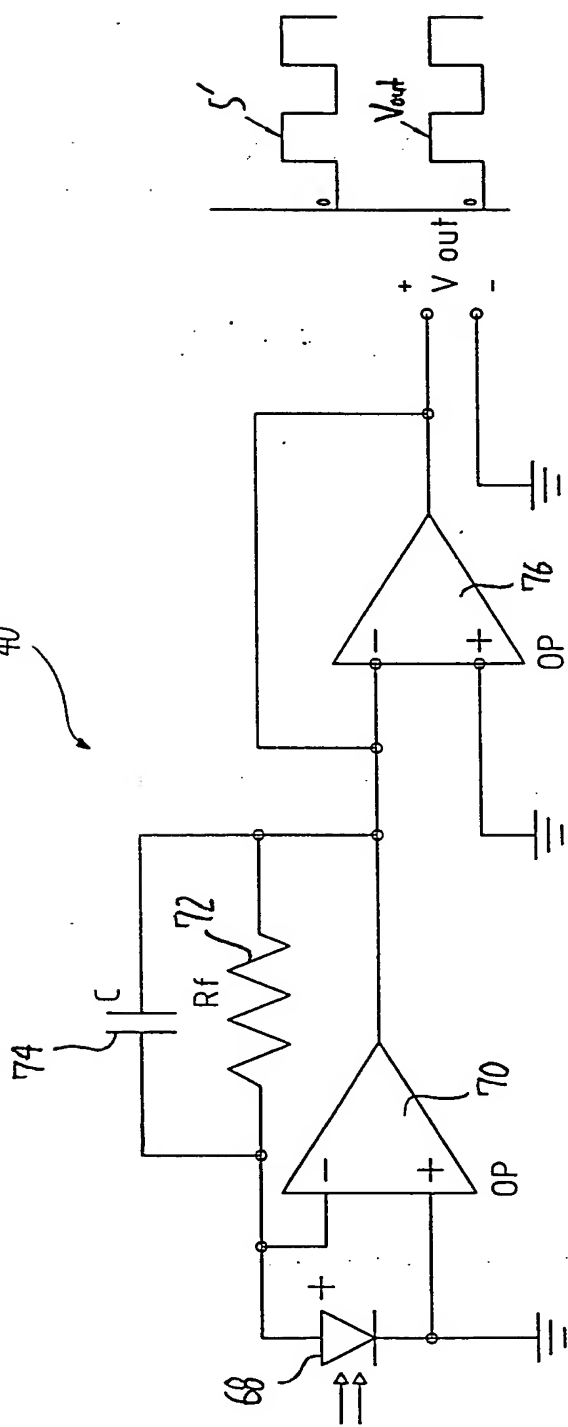


Fig. 10

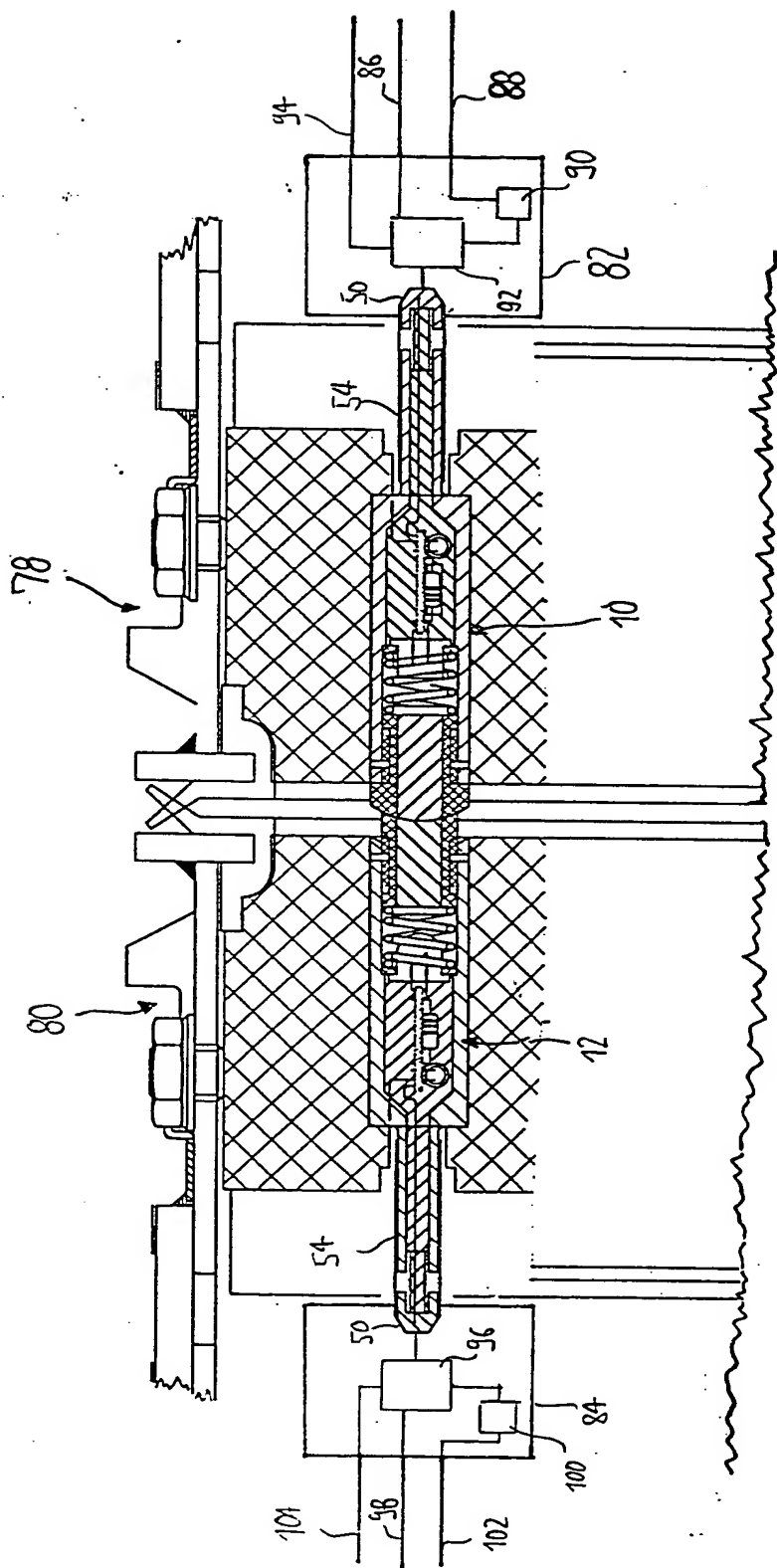


Fig. 11